

## IMAGE-RECORDER

Publication number: JP10257341

Publication date: 1998-09-25

Inventor: OTAKI NOBORU; INOUE HIROYUKI

Applicant: OKI DATA KK

Classification:

- International: B41J2/52; H04N1/405; H04N1/46; H04N1/60;  
B41J2/52; H04N1/405; H04N1/46; H04N1/60; (IPC1-7):  
H04N1/60; B41J2/52; H04N1/405; H04N1/46

- European:

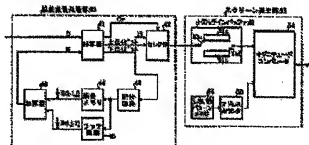
Application number: JP19970076587 19970312

Priority number(s): JP19970076587 19970312

Report a data error here

### Abstract of JP10257341

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an image where a smooth gradation is provided, while the deterioration in effective resolution is suppressed and a color uniformity is kept by binarizing multi-level image data, where an error diffusing processing is executed based on a threshold value pattern which constitutes a screen angle. **SOLUTION:** An image processing part is provided with an error diffusion processing part 32 and a screen-generating part 33. The error diffusion processing part 32 executes an error diffusion processing to multi-level image data with a high gradation (eight bits) and converts it into multi-level image data with a low gradation (four bits). The screen generating part 33 compares the multi-level image data with the low gradation with the threshold value pattern which constitutes the screen angle, so as to execute binarization. Binarized image data is outputted to a writing head. The image point of the threshold value pattern is provided with resolution in a sub-scanning direction with high definition being higher than that in the sub-scanning direction of the writing head, and the threshold value of the picture point of the threshold value pattern is constituted so as to be changed stepwise in the sub-scanning direction.



特開平10-257341

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月25日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I		
H 0 4 N	1/60	H 0 4 N	1/40	D
B 4 1 J	2/52	B 4 1 J	3/00	A
H 0 4 N	1/405	H 0 4 N	1/40	B
	1/46		1/46	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願平9-76587	(71) 出願人	591044164 株式会社神データ 東京都港区芝浦四丁目11番地22号
(22) 出願日	平成9年(1997) 3月12日	(72) 発明者	大▲瀧▼ 登 東京都港区芝浦四丁目11番地22号 株式会 社神データ内
		(72) 発明者	井上 弘之 東京都港区芝浦四丁目11番地22号 株式会 社神データ内
		(74) 代理人	弁理士 佐藤 幸男 (外1名)

## (54) 【発明の名称】 画像記録装置

## (57) 【要約】

【解決手段】 誤差拡散処理部32によって高階調(8ビット)の多値画像データを低階調(4ビット)の多値画像データに変換し、変換された低階調の多値画像データをスクリーン発生部33によって、書込ヘッド13が有する副走査方向の解像度より高精細の副走査方向の解像度を有し、階調に対応するしきい値が副走査方向に段階的に変化するしきい値パターンに基づいて2値化する。

【効果】 実効解像度の劣化を抑えつつ、滑らかな階調を有し、色の一様性が保たれた画像を得ることができる。

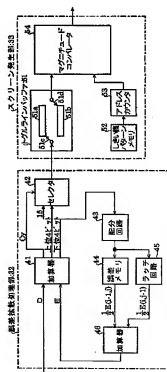


図1 本発明の実施形態によるスクリーン発生部の構成を示すブロック図

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高階調の多値画像データを誤差拡散法を用いて低階調の多値画像データに変換する誤差拡散処理部と、

前記誤差拡散処理部により得られた低階調の多値画像データを、前記低階調に対応するしきい値を有する複数の記録画素からなるマトリクス状のしきい値パターンに基づいて2値化する2値化部と、

前記2値化部により2値化された画像データに基づいて記録部材に画像を記録する記録ヘッドとを備え、

前記しきい値パターンは、前記記録ヘッドの副走査方向の解像度より高精細の副走査方向の解像度を有し、

前記しきい値パターンの記録画素のしきい値は、副走査方向に段階的に変化するように構成されたことを特徴とする画像記録装置。

【請求項2】 高階調の多値画像データを誤差拡散法を用いて低階調の多値画像データに変換する誤差拡散処理部と、

前記誤差拡散処理部により得られた低階調の多値画像データに基づいて記録部材に画像を記録する記録ヘッドとを備え、

前記誤差拡散処理部は、着目画素の入力値および周辺画素の誤差値を加算して得られた多値画像データのうち、上位ビットを注目画素の階調データとし、残りの下位ビットを周辺画素の誤差値としたことを特徴とする画像記録装置。

【請求項3】 請求項1において、

前記誤差拡散処理部は、着目画素の入力値および周辺画素の誤差値を加算して得られた多値画像データのうち、上位ビットを注目画素の階調データとし、残りの下位ビットを周辺画素の誤差値としたことを特徴とする画像記録装置。

【請求項4】 請求項1または3において、

前記2値化部は、前記しきい値パターンに基づいてスクリーン角度を構成したことを特徴とする画像記録装置。

【請求項5】 請求項2または3において、

前記多値画像データは、8ビットのデータからなり、前記上位ビットは、3または4ビットのデータからなり、前記2値化部は、最大9または17値の階調を得ることを特徴とする画像記録装置。

【請求項6】 請求項1から5のいずれかにおいて、前記誤差拡散処理部は、前記注目画素の同一ラインの1つ前に隣接する画素と、前記注目画素の1つ前のラインの同位置の画素とを周辺画素とし、

各画素の誤差配分率をそれぞれ1/2としたことを特徴とする画像記録装置。

【請求項7】 請求項1から6のいずれかにおいて、前記誤差拡散処理部は、前記低階調の各階調レベルをそれぞれの階調に含まれる前記高階調の多値画像データの

中央値に対応させたことを特徴とする画像記録装置。

【請求項8】 請求項1から7のいずれかにおいて、前記記録ヘッドは、発光ダイオード記録ヘッドまたはレーザー記録ヘッドからなることを特徴とする画像記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高階調の画像を低階調の画像に変換して記録部材に記録する画像記録装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、多値画像を2値画像に変換し、変換された2値画像により疑似的に中間調を表現する画像記録装置が知られている。階調を低減する代表的な方法としては、固定しきい値法、ディザ法、誤差拡散法および平均誤差最小法が知られている。固定しきい値法は、着目画素を固定のしきい値と比較して2値化するものである。この方法は、疑似中間調の画像の生成には適さないが、パターン認識の際に形状を抽出するのに好適である。ディザ法は、入力画素を2値記録の1画素に対応させ、 $n \times n$ のマトリクス内の各画素のしきい値を変化させて2値化するものである。マトリクスのサイズ $n$ に対して最大 $(n^2 + 1)$ 値の階調が得られる。 $n$ を大きくすると、階調表示の誤差は小さくなるが、表示単位面積が大きくなるので、実効解像度が $1/n$ に低下する。マトリクスのサイズとしては、 $n=4$ が実用上の最大値とみられている。誤差拡散法および平均誤差最小法は、入力画素の量子化の際に発生した誤差を周辺の画素に配分することで、入力画素と記録画素との誤差を平均的に小さくするものである。誤差拡散法は、ある画素で生じた誤差を以降の複数の画素に拡散する。平均誤差最小法は、複数の画素の重み付き平均により次の画素の値を修正する。誤差拡散法および平均誤差最小法では、解像度が比較的良好で、かなりの階調表現が得られるが、記録画像に独特な縞模様が発生する。誤差拡散法および平均誤差最小法の両者を誤差拡散法と総称する場合もある。【0003】ところで、網点印刷では、C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）およびK（ブラック）の4色の版を重ねることによりカラー画像を得ている。各色の網点を同位置に重ねると、減色混合の原理が働いて全体が暗い色になってしまう。このため、網点の重なりがランダムになるように色毎にスクリーン角度を変えて印刷し、色の一様性を保っている。また、スクリーン角度を設けることによりモアレ縞が除去される。モアレ縞を除去するには、各色のスクリーンを完全に重ね合わせるのよいが、版の位置精度や印刷用紙の伸縮により完全なレジストレーションを得ることは困難である。また、前述の減色混合の原理が働いてしまう。そこで、各色毎にスクリーン角度をずらすことにより、モアレの周波数を高周波数側に追いやり、低周波数のモアレの発生

を防止している。4色刷りの場合、スクリーン角度は、例えばC版75°、M版15°、Y版90°、K版45°で構成される。目立ちやすいK版のスクリーン角度を網点が視覚的に安定してみられる45°にし、C版およびM版のスクリーン角度をK版からそれぞれ30°ずらし、Y版のスクリーン角度をこれらの何れかの版から15°ずらしている。

【0004】一方、コンピュータやスキャナ等により出力されたカラー画像を印刷するカラープリンタでは、しきい値マトリクスパターンを適当にずらして配列することによりスクリーン角度を構成している。スクリーン角度は、例えば以下に示すように、マトリクスを構成する画素数に基づいて有理数で近似される。

$$15^\circ = \tan^{-1}(1/3)$$

$$15^\circ = \tan^{-1}(1/4)$$

$$15^\circ = \tan^{-1}(1/5)$$

$$15^\circ = \tan^{-1}(2/7)$$

$$75^\circ = \tan^{-1}(3/1)$$

$$75^\circ = \tan^{-1}(4/1)$$

$$75^\circ = \tan^{-1}(5/1)$$

$$75^\circ = \tan^{-1}(7/2)$$

$$75^\circ = \tan^{-1}(11/3)$$

しきい値マトリクスのサイズが $n=4$ のとき、 $\tan^{-1}(1/4)$ および $\tan^{-1}(4/1)$ を用いて14°および76°のスクリーン角度を構成することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のディザ法を用いた画像記録装置にあっては、 $n=4$ のしきい値マトリクスを用いたとき、最大17階調の階調表現を実現することができるが、実効解像度が1/4に低下してしまう。300 dpi (dot per inch) の記録ヘッドを用いた場合、実効解像度は75 dpi となってしまふ。 $n=2$ とすると、実効解像度の低下は1/2に抑えられるが、4階調しか表現することができない。また、従来の誤差拡散法を用いた画像記録装置にあっては、量子化の際に発生した誤差値を一々演算し、その誤差値を多くの画素に配分していったので、演算回路が複雑になるとともに、誤差値を記憶するメモリは多くの記憶容量を必要としていた。また、スクリーン角度については考慮し得なかった。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は以上の点を解決するため次の構成を採用する。

〈構成1〉高階調の多値画像データを誤差拡散法を用いて低階調の多値画像データに変換する誤差拡散処理部と、誤差拡散処理部により得られた低階調の多値画像データを、低階調に対応するしきい値を有する複数の記録画素からなるマトリクス状のしきい値パターンに基づいて2値化する2値化部と、2値化部より2値化された画像データに基づいて記録部に画像を記録する記録ヘッ

ッドとを備え、しきい値パターンの記録画素は、記録ヘッドの副走査方向の解像度より高精細の副走査方向の解像度を有し、しきい値パターンの記録画素のしきい値は、副走査方向に段階的に変化するよう構成されたことを特徴とする画像記録装置。

【0007】〈構成2〉高階調の多値画像データを誤差拡散法を用いて低階調の多値画像データに変換する誤差拡散処理部と、誤差拡散処理部により得られた低階調の多値画像データに基づいて記録部に画像を記録する記録ヘッドとを備え、誤差拡散処理部は、着目画素の入力値および周辺画素の誤差値を加算して得られた多値画像データのうちの、上位ビットを注目画素の階調データとし、残りの下位ビットを周辺画素の誤差値としたことを特徴とする画像記録装置。

【0008】〈構成3〉構成1において、誤差拡散処理部は、着目画素の入力値および周辺画素の誤差値を加算して得られた多値画像データのうちの、上位ビットを注目画素の階調データとし、残りの下位ビットを周辺画素の誤差値としたことを特徴とする画像記録装置。

【0009】〈構成4〉構成1または3において、2値化部は、しきい値パターンに基づいてスクリーン角度を構成したことを特徴とする画像記録装置。

【0010】〈構成5〉構成2または3において、多値画像データは8ビットのデータからなり、上位ビットは3または4ビットのデータからなり、2値化部は最大9または17値の階調を得ることを特徴とする画像記録装置。

【0011】〈構成6〉構成1から5のいずれかにおいて、誤差拡散処理部は、注目画素の同一ラインの1つ前に隣接する画素と、注目画素の1つ前のラインの同位置の画素とを周辺画素とし、各画素の誤差配分率をそれぞれ1/2としたことを特徴とする画像記録装置。

【0012】〈構成7〉構成1から6のいずれかにおいて、誤差拡散処理部は、低階調の各階調レベルをそれぞれの階調に含まれる高階調の多値画像データの中央値に対応させたことを特徴とする画像記録装置。

【0013】〈構成8〉構成1から7のいずれかにおいて、記録ヘッドは、発光ダイオード記録ヘッドまたはレーザー記録ヘッドからなることを特徴とする画像記録装置。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を具体例を用いて説明する。

〈具体例1〉

〈構成〉図2は具体例1の画像記録装置を適用した電子写真方式のカラープリンタ100の要部を示す断面図である。また、図3は図2に示されたカラープリンタ100の画像処理部20の構成を示すブロック図であり、図1は図2に示された画像処理部20の誤差拡散処理部32およびスクリーン発生部33の構成を示すブロック図

である。図1の説明に先だって図2および図3を説明する。

【0015】図2は具体例1の画像記録装置を適用した電子写真方式のカラープリンタ100の要部を示す断面図である。図2に示すように、カラープリンタ100は、給紙部1、搬送ベルト2、Y画像形成部3、M画像形成部4、C画像形成部5、K画像形成部6、定着部7および排紙部8を備えている。給紙部1は、ホッピングローラ1aにより記録紙を1枚毎に搬送ベルト2に分離給送する。記録紙は、搬送ベルト2により図中、矢印A方向に搬送され、Y画像形成部3、M画像形成部4、C画像形成部5、K画像形成部6に順次に搬送される。

【0016】Y画像形成部3、M画像形成部4、C画像形成部5およびK画像形成部6は、それぞれY（イエロー）、M（マゼンタ）、C（シアン）およびK（ブラック）のトナー像を記録紙に形成するものであり、搬送方向Aに対し等間隔に配設されている。これらは同様の構成であるので、Y画像形成部3について説明する。搬送ベルト2の上方には、感光ドラム11が設けられ、この感光ドラム11の周囲には、帯電ローラ12、書込ヘッド13、現像器14や不図示のクリーニングユニット等が工程順に配設されている。また、搬送ベルト3の下方には、感光ドラム11に対向して転写ローラ15が配設されている。

【0017】書込ヘッド13は、例えばLED（Light emitting diode）ヘッドからなり、図示しないLEDアレイ、ドライバおよび集光用のロッドレンズアレイ等を備えている。書込ヘッド13は、2値化された画像データに従ってLEDアレイを発光し、帯電ローラ12により帯電した感光ドラム11の表面に静電潜像を形成する。LEDアレイにより主走査方向の作像が行われ、感光ドラム11の回転により副走査方向の作像が行われる。この静電潜像から現像器14によりトナー像が形成され、転写ローラ15により記録紙に転写される。トナー像の大きさ（面積）は、LEDアレイの露光エネルギー（露光時間）により制御される。感光ドラム11は、クリーニングユニットによりクリーニングされて繰り返し使用される。Y、M、CおよびKの4色のトナー像が転写された記録紙は、搬送ベルト2により定着部7に搬送されてトナー像が定着され、排紙部8に排出される。

【0018】図3は図2に示されたカラープリンタ100の画像処理部20の構成を示すブロック図である。図3に示すように、画像処理部20は、色変換部21、Y画像処理部22、M画像処理部23、C画像処理部24およびK画像処理部25を備えている。色変換部21にはホスト装置200が接続されている。ホスト装置200は、例えばスキャナやコンピュータからなり、色変換部21にR（レッド）、G（グリーン）およびB（ブルー）の画像データを出力する。色変換部21は、ガンマ補正回路やマスキング回路を有し、ホスト装置200か

ら転送されたRGB画像をY（イエロー）、M（マゼンタ）およびC（シアン）の画像データに変換する。また、色変換部21は、下色除去回路を有し、墨版演算および下色除去処理を行い、K（ブラック）の画像データを生成する。Y、M、CおよびKの画像データは、それぞれY画像処理部22、M画像処理部23、C画像処理部24およびK画像処理部25に出力される。Y、M、CおよびKの画像データはそれぞれ8ビットの多値データからなる。

【0019】Y画像処理部22は、ページメモリ31、誤差拡散処理部32およびスクリーン発生部33を備えている。ページメモリ31は、色変換部21から出力された1ページ分のYの画像データを記憶し、記憶された画像データをY画像処理部33の露光タイミングに合わせて1ライン毎に出力する。誤差拡散処理部32は、ページメモリ31から出力された画像データに後述する誤差拡散処理を施して出力する。スクリーン発生部33は、誤差拡散処理部32により処理が施された画像データを後述するスクリーン角度を構成するしきい値パターンと比較して2値化する。スクリーン発生部33により2値化されたYの画像データは、図1に示されたY画像形成部3の書込ヘッド13に出力される。なお、M画像処理部23、C画像処理部24およびK画像処理部25は、Y画像処理部22と同様の構成であり、その説明を省略する。

【0020】図1は図3に示された誤差拡散処理部32およびスクリーン発生部33の構成を示すブロック図である。また、図4は誤差拡散処理部32の誤差拡散処理の説明図である。図5はカラープリンタ100の説明レベルを示す図である。まず、図4および図5を説明する。図4（a）に示すように、着目画素の主走査方向の座標を*i*で表し、副走査方向の座標を*j*で表し、着目画素の入力値*D*（*i*，*j*）と記録値*P*（*i*，*j*）と誤差値*E*（*i*，*j*）で表すと、誤差拡散処理部32は、着目画素の入力値*D*（*i*，*j*）に、図中、左隣の画素の誤差値*E*（*i*，*j*-1）の1/2および1ライン前の同位置の画素の誤差値*E*（*i*，*j*）の1/2を加算して記録対象となる出力値*L*（*i*，*j*）を得るものである（以下、出力値*L*を加算値*L*ともいう）。1/2は、誤差配分率を表し、これらの総和は1となる。すなわち、出力値*L*は次の式で表される。

$$L(i, j) = D(i, j) + (1/2) \times E(i, j-1) + (1/2) \times E(i-1, j) \quad \cdots (1)$$

【0021】図5は注目画素の出力値*L*（*i*，*j*）から得られる階調レベル*T*を示す図である。図5に示すように、カラープリンタ100は、0から15の16階調を有し、0、16、32、……、240、255の16個のしきい値に基づいて出力値*L*の階調レベル*T*を決定する。これらのしきい値は、8ビットの出力値*L*の上位4

ビットに対応する。出力値Lの上位4ビットの値をLHで表し、下位ビットの値をLLで表すと、例えば、 $L=11$ のときには、 $LH=0$ となり、階調レベル $T=0$ となる。また、 $LL=11$ となり、誤差値 $E=11$ となる。同様に、 $L=185$ のときには、階調レベル $T=LH=11$ となり、誤差値 $E=LL=9$ となる。このように、出力値Lのうち上位4ビットLHは階調レベルTとなり、下位4ビットLLは誤差値Eとなる。なお、図における( )内の数値は、10進数で示されたしきい値を16進数(Hを付加)で表したものである。以下、10進数を16進数で表すときには数値の後ろにHを付加し、2進数で表すときには数値の後ろにBを付加して表すものとする。

【0022】図1に戻り、誤差拡散処理部32は、加算器41、セレクト42、配分回路43、誤差メモリ44、ラッチ回路45および加算器46を備えている。加算器41は、色交換部21により出力された画素の8ビットの入力値Dと後述する加算器6から出力された周辺画素の4ビットの誤差値Eとを加算し、加算値Lのうち上位4ビットを階調レベルTとしてセレクト42に出力するとともに、下位4ビットを誤差値Eとして配分回路43に出力する。また、加算器41は、加算値Lに桁上げが生じたときには1を表し、桁上げがないときには0を表すキャリー信号Cyをセレクト42に出力する。セレクト42は、加算器41から出力されたキャリー信号Cy=0のときには、加算器41から出力された上位4ビットに対応する階調レベルTをスクリーン発生部33に出力し、キャリー信号Cy=1のときには、階調レベル $T=15$ をスクリーン発生部33に出力する。上述のように、誤差値Eは常に正の値になるので、入力値Dおよび誤差値Eの加算値Lの上位4ビットが255を超えた場合には、階調レベル $T=15$ にしている。

【0023】配分回路43は、加算器41から出力された下位4ビットを $1/2$ に除し、誤差配分率 $1/2$ を誤差値Eに配分するものである。 $1/2$ に除された下位4ビットは、現在の入力画素の次のラインの入力画素の誤差値として誤差メモリ44に記憶されるとともに、右隣の画素の誤差値としてラッチ回路45にラッチされる。加算器46は、加算器41に入力された入力画素D

(i, j)に合わせて、ラッチ回路45によりラッチされた左隣の画素の誤差値 $(1/2) \times E(i, j-1)$ と誤差メモリ45に記憶された1ライン前の同位置の画素の誤差値 $(1/2) \times E(i-1, j)$ とを加算して加算器41に出力する。なお、配分回路43を設ける代わりに、加算器41の最下位ビットの出力線を無視すれば、簡単な構成により誤差配分率 $1/2$ を配分することができる。

【0024】スクリーン発生部33は、トグルラインバッファ51、アドレスカウンタ52、しきい値パターンメモリ53およびマグニチュードコンパレータ54を備

えている。トグルラインバッファ51は、ラインバッファ51a、ラインバッファ51b、切替スイッチ51cおよび切替スイッチ51dを有する。ラインバッファ51aおよび51bは、1ライン分の階調レベルTを一時的に保持するバッファメモリである。切替スイッチ51cは、トグルラインバッファ51の入力端子をラインバッファ51aおよび51bの何れか一方に接続する。切替スイッチ51dは、切替スイッチ51cが接続されているラインバッファ51aまたは51bをトグルラインバッファ51の出力端子に接続する。トグルラインバッファ51は、切替スイッチ51cおよび51dを交互に切り替え、誤差拡散処理部32のセレクト42から出力された1ライン分の階調レベルTをラインバッファ51aおよび51bの何れか一方に書き込むと同時に、もう一方のラインバッファ51bまたは51aに保持された1ライン分の階調レベルTを読み出し、マグニチュードコンパレータ54に出力する。

【0025】しきい値パターンメモリ52は、不揮発性メモリからなり、後述するY、M、CおよびKのスクリーン角度を構成するしきい値パターンを記憶するものである。アドレスカウンタ53は、しきい値パターンメモリ52に記憶されたしきい値パターンのアドレスを指定し、しきい値をマグニチュードコンパレータ54に出力する。マグニチュードコンパレータ54は、アドレスカウンタ53により出力されたしきい値に基づいてトグルラインバッファ51を介して入力された階調レベルTを2値化して書込ヘッド13に出力する。書込ヘッド13は、300dpiの解像度を有する。

【0026】図6、図8〜図10はそれぞれY、M、CおよびKの画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンを説明する図であり、図7はしきい値パターンを用いた階調記録方法を説明する図である。

【0027】図6はY画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP1を説明する図であり、図6(a)はしきい値パターンP1を、図6(b)はしきい値パターンP1により構成されるスクリーン角度を示す図である。図6(a)に示すように、しきい値パターンP1は、誤差拡散処理部32から出力された1画素に対応する8行2列の記録画素(以下、画点という)からなるマトリクス状の 패턴により構成される。主走査方向の画点は、書込ヘッド13の解像度300dpiに対応しており、副走査方向の画点は、より高精細の1200dpiになっている。したがって、画素の実効解像度は150dpiとなる。また、16個の画点には、それぞれ図9に示された階調レベルTに対応するしきい値が割り当てられている。これらのしきい値は、書込ヘッド13による露光の有無を判定するものである。しきい値は、図6(a)中、左列の中央部が最も小さく、その上下に向かうに従って大きくなり、さらに右列の中央部から上下に向かうに従って大きくなっている。

【0028】図6(b)に示すように、Y画像のスクリーン角度 $0^{\circ} - 90^{\circ}$ は、しきい値パターンP1を、主走査方向および副走査方向に順次に並べて得られる。主走査方向には、2画点毎に同じパターンが繰り返され、副走査方向には、8画点、すなわち8走査線毎に同じパターンが繰り返される。このため、しきい値パターンメモリ52に、8走査線分のパターンを記憶するとよい。なお、図6(b)中、白丸○は、誤差拡散処理部32から出力された画素を表す。

【0029】ここで、しきい値パターンを用いた階調記録方法を図7に基づいて説明する。図7(a)は書込ヘッド13の露光エネルギー(静電潜像強度)を変えた場合の感光ドラム11の電位と副走査方向の露光位置との関係を示す図である。図中の現像レベルは、現像バイアス電位である。感光ドラム11の電位がこの現像レベル以下のときには、現像器14により静電潜像からトナー像が得られ、感光ドラム11の電位がこの現像レベルを超えたときには、現像器14により静電潜像は現像されず、トナー像が得られない。図において、 $e1 \sim e5$ は露光エネルギーを表し、

$$e1 < e2 < e3 < e4 < e5$$

の関係にある。書込ヘッド13の露光エネルギーは一定であり、書込ヘッド13を副走査方向に連続的に露光することにより強度を変えている。 $e1$ は、しきい値パターンの1つの画点に露光エネルギーを与えたものである。この場合、感光ドラム11の電位は、現像レベルに達していない。 $e2$ は、しきい値パターンの1つの画点に露光エネルギーを与えた後、感光ドラム11を回転し、副走査方向の隣の画点に露光エネルギーを与えたものである。この場合、露光エネルギーが2個重なった状態となり、感光ドラム11の電位は現像レベルを超える。同様に $e3$ 、 $e4$ および $e5$ は、感光ドラム11を回転し、それぞれ副走査方向に隣接する3、4、5つの画点に露光エネルギーを与えたものであり、しきい値に現像レベルを超える範囲が広がっていき、図7(b)に示されるドット形状のトナー画像が得られる。すなわち、副走査方向に連続的に露光される画点の数により面積階調が表現される。

【0030】図8はK画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP2およびP3を説明する図であり、図8(a)はしきい値パターンP2およびP3を、図8(b)はしきい値パターンP2およびP3により構成されるスクリーン角度を示す図である。図8(a)に示すように、しきい値パターンP2およびP3は、P1と同様に8行2列の画点からなるマトリクス状のパターンにより構成される。しきい値パターンP2の画点のしきい値は、図8(a)中、左列の上端部および右列の下端部が最も小さく、左列では下方に向かうに従って、右列では上方に向かうに従って大きくなっている。しきい値パターンP3は、しきい値パターンP2の左列および右列

のしきい値を反対に入れ替えたものである。図8(b)に示すように、K画像のスクリーン角度 $45^{\circ} - 135^{\circ}$ は、しきい値パターンP2およびしきい値パターンP3を主走査方向および副走査方向に交互に並べて得られる。4つのパターンの中心部には、しきい値が小さい画点またはしきい値が大きい画点が集まる。主走査方向には、4画点毎に同じパターンが繰り返され、副走査方向には、16走査線毎に同じパターンが繰り返される。このため、しきい値パターンメモリ52に、16走査線分のパターンを記憶するとよい。

【0031】図9はM画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP4を説明する図であり、図9(a)はしきい値パターンP4を、図9(b)はしきい値パターンP4により構成されるスクリーン角度を示す図である。図9(a)に示すように、しきい値パターンP4は、8行2列の画点からなるマトリクス状のパターンの左列の下方に2画点を加えたものと、マトリクス状のパターンの右列の上方に2画点を加えたものである。各画点のしきい値は、左列の中央部が最も小さく、その上下に向かうに従って大きくなり、さらに右列の中央部から上下に向かうに従って大きくなっている。図9(b)に示すように、Y画像のスクリーン角度 $26.6^{\circ} - 116.6^{\circ}$ は、しきい値パターンP4を副走査方向に4画点分シフトさせて主走査方向に順次に並べるとともに、主走査方向に1画点分シフトさせて副走査方向に順次に並べて得られる。8行2列のマトリクスパターンをこのように配置すると、パターン間にすきまができてしまう。そこで、しきい値パターンP4は、左列および右列にそれぞれ2画点を加え、20画点により構成している。主走査方向には、5画点毎に同じパターンが繰り返され、副走査方向には、20走査線毎に同じパターンが繰り返される。このため、しきい値パターンメモリ52に、20走査線分のパターンを記憶するとよい。

【0032】図10はC画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP5を説明する図であり、図10(a)はしきい値パターンP5を、図10(b)はしきい値パターンP5により構成されるスクリーン角度を示す図である。図10(a)に示すように、しきい値パターンP5は、8行2列の画点からなるマトリクスパターンの左列の上方に2画点を加えたものと、マトリクスパターンの右列の下方に2画点を加えたものである。しきい値パターンP5は、図9(a)に示されたしきい値パターンP4の左右の列の副走査方向の位置関係を反対にしたようになっている。図10(b)に示すように、C画像のスクリーン角度 $63.4^{\circ} - 153.4^{\circ}$ は、しきい値パターンP5を副走査方向に4画点分シフトさせて主走査方向に順次に並べるとともに、主走査方向に1画点分シフトさせて副走査方向に順次に並べて得られる。主走査方向には、5画点毎に同じパターンが繰り返され、副走査方向には、20走査線毎に同じパターンが

繰り返される。このため、しきい値パターンメモリ52に、20主走査線分のパターンを記憶するとよい。

【0033】誤差拡散処理部32から出力された画像データ(階調レベルT)は、色毎にしきい値パターンP1~P5の各画点のしきい値と比較される。階調レベルTがしきい値以上のとき、露光対象となる。したがって、階調レベルTが大きいほど露光領域が副走査方向に広がり、大きなドット形状のトナー画像が得られる。この露光領域、すなわちドット形状の広がる各点を結ぶとスクリーン角度が得られる。

【0034】(動作)次に、具体例1のカラープリンタ100の動作を説明する。ホスト装置200から、RGBの画像データが画像処理部20に転送されると、色変換部21によりガンマ補正、マスキング補正、下色除去処理等の処理が施され、Y、M、CおよびKの画像データに変換される。変換されたY、M、CおよびKの画像データは、それぞれY画像処理部22、M画像処理部23、C画像処理部24およびK画像処理部25のそれぞれのページメモリ31に格納される。記録紙は、給紙部1により供給され、搬送ベルト2によりY画像形成部3、M画像形成部4、C画像形成部5およびK画像形成部6に順次搬送される。

【0035】Y画像処理部22、M画像処理部23、C画像処理部24およびK画像処理部25では、それぞれページメモリ31に格納されたY、M、CおよびKの画像データが記録紙の搬送タイミングに合わせて読み出される。読み出された画像データは、誤差拡散処理部31により誤差拡散処理が施され、スクリーン発生部33によりスクリーン角度生成処理が施され、それぞれY画像形成部3、M画像形成部4、C画像形成部5およびK画像形成部6の書込ヘッド13に出力される。Y画像形成部3、M画像形成部4、C画像形成部5およびK画像形成部6では、書込ヘッド13により感光ドラム11の表面に静電潜像が形成され、現像器14によりトナー像が形成され、転写ローラ15により記録紙に転写される。Y、M、CおよびKのトナー像が順次に記録紙に重ねられ、カラー画像が得られる。この記録紙は搬送ベルト2により定着器7に搬送され、トナー像が定着され、排紙部8に排出される。

【0036】図11および図12は誤差拡散処理部32の動作を示すフローチャートである。図11に示すように、まず、加算器41によってページメモリ31を介して色変換部21から転送された入力画像の8ビットの画像データDと加算器46から出力された周辺画像の4ビットの誤差値Eとが加算される(ステップS1)。この結果、加算値Lが桁上げなしの場合には、キャリア信号Cy=0にセットされる(ステップS2、S3)。一方、加算値Lが桁上げした場合には、キャリア信号Cy=1にセットされる(ステップS2、S4)。加算値Lのうち、上位4ビットはセレクト42に出力され、下位

4ビットは配分回路43に出力される。同時に、キャリア信号Cyがセレクト42に出力される(ステップS5)。セレクト42では、キャリア信号Cyの値が判別され(ステップS6)、キャリア信号Cy=0のときには、上位4ビットが階調レベルTとしてスクリーン発生部33に出力され(ステップS7)、キャリア信号Cy=1のときには、階調レベルT=1.5がスクリーン発生部33に出力される(ステップS8)。

【0037】図12に示すように、ステップS11は、図11のステップS1~S5に相当し、画像データDおよび誤差値Eの加算値Lの下位4ビットが誤差値として配分回路43に出力される。次いで、配分回路42により下位4ビットの値に誤差配分率1/2が配分され、(ステップS12)、誤差メモリ44に記憶されるとともに、ラッチ回路45に保持される(ステップS13)。誤差メモリ44およびラッチ回路45に保持された誤差値は、画像データDが加算器41に入力されるタイミングに合わせて出力される。すなわち、画像素D(i, j)に対し、1ライン前の同位置の画像素(1/2)×E(i-1, j)が誤差メモリ44から出力され、左隣の画像素(1/2)×E(i, j-1)がラッチ回路45から出力され(ステップS14)、加算器46により加算され、加算器41に入力される(ステップS15)。上記の動作は、画像データDが加算器41に入力される毎に繰り返される。

【0038】図13はY画像処理部22のスクリーン発生部33の動作を示すフローチャートである。誤差拡散処理部21から出力された加算値Lの上位4ビットの階調レベルTは、1ライン毎にトグルラインバッファ51に保持される。1ライン分の階調レベルTは、切替スイッチ51cにより入力端子に接続されたラインバッファ51aまたは51bに書き込まれる。ここでは、ラインバッファ51aに書き込まれたものとする。このとき、切替スイッチ51dによりラインバッファ51bが出力端子に接続され、ラインバッファ51bから前ラインの階調レベルTが読み出され、マグニチュードコンバータ54に出力される(ステップS21)。次いで、切替スイッチ51dによりラインバッファ51aが出力端子に接続され、階調レベルTが読み出され、マグニチュードコンバータ54に出力される。この読出動作は、図6(a)に示されたしきい値パターンの行数、すなわち8主走査線分に対応し8回繰り返して行われる。このとき、切替スイッチ51cによりラインバッファ51bが入力端子に接続され、次のラインの階調レベルTがラインバッファ51bに書き込まれる(ステップS22)。【0039】同時に、アドレスカウンタに53によりしきい値パターンメモリ52に記憶されたしきい値パターンP1の各画点のしきい値が読み出され、マグニチュードコンバータ54に出力される。しきい値パターンP1の主走査方向の2画点と、トグルラインバッファ51



から出力される1つの画素とが対応しており、しきい値パターンの各画点のしきい値は、次のように読み出される。まず、しきい値パターンP1の第1走査線の画点のしきい値6および14が6、14、6、14、……の順に繰り返し読み出される。次いで、第2走査線の画点のしきい値4および14が、4、12、4、12、……の順に繰り返し読み出される。次いで、第3走査線の画点のしきい値4および14が、2、10、2、10、……の順に繰り返し読み出される。以降、同様に、第4～第8走査線の画点のしきい値が読み出される(ステップS23)。

【0040】マグニチュードコンパレータ54では、トリプルラインバッファ51から出力された画素の階調レベルTとアドレスカウンタ53により出力された画点のしきい値とが比較され、0または1の2値データが書込ヘッド13に出力される。画素の階調レベルTは、しきい値パターンP1の行数、すなわち8走査線分に対応して8回出力されており、1つの走査線分に対応して出力された1画素の階調レベルTは、しきい値パターンの左列および右列の画点のしきい値と2回比較される(ステップS24)。ここで、階調レベルTがしきい値以上の場合には、「1」が書込ヘッド13に出力される(ステップS25)。一方、階調レベルTがしきい値よりも小さい場合には、「0」が書込ヘッド13に出力される(ステップS26)。書込ヘッド13は、入力された2値データが「1」のとき、対応するLEDを発光し、「0」のとき発光せずに感光ドラム11表面に16値の階調を有する静電潜像を形成する。

【0041】以上のように、具体例1によれば、誤差拡散処理部32によって高階調(8ビット)の多値画像データを低階調(4ビット)の多値画像データに変換し、スクリーン発生部33によって、変換された低階調の多値画像データを、低階調に対応するしきい値を有する複数の画点からなるしきい値パターンに基づいて2値化する。しきい値パターンの画点は、書込ヘッド13の副走査方向の解像度より高精細の副走査方向の解像度を有し、しきい値パターンの画点のしきい値は、副走査方向に段階的に変化するよう構成される。したがって、誤差拡散処理が施された画素の階調レベルに応じて副走査方向のトナー像のドット形状を成長させて階調を得ることができるので、1画素の実効解像度の劣化を抑えつつ滑らかな階調の画像を得ることができる。また、ドットを副走査方向に成長させるので、ジグザクを軽減させつつ高解像度の画像を得ることができる。特に3色または4色の画像を重ねるカラー画像に有効である。

【0042】また、誤差拡散処理部32では、着目画素の入力値および周辺画素の誤差値を加算して得られた8ビットの加算値のうち、上位4ビットを注目画素の階調レベルとし、残りの下位4ビットを周辺画素の誤差値としている。このため、加算値および階調レベルから一々

誤差値を演算する必要がないので、回路構成を簡素化することができる。したがって、安価な装置を提供することができる。

【0043】また、図4(b)に示すように、従来の誤差拡散法を利用した画像記録装置では、多くの画素を周辺画素としており、誤差配分率も画素により異なっていた。これに対し、誤差拡散処理部32では、周辺画素を注目画素の同一ラインの左隣の画素と1ライン前の同位置の画素との2画素とし、各画素の誤差配分率をそれぞれ $1/2$ としている。このため、誤差値の記憶容量が小さく済み、注目画素に加算される誤差値を演算する回路も簡素化される。したがって、安価な装置を提供することができる。このように、装置を簡素化しても十分に高画質の画像が得られることが実験により確認されている。

【0044】さらに、Y、M、CおよびK画像処理部22～25のそれぞれスクリーン発生部33により、しきい値パターンP1～P7に基づいて各色のスクリーン角度を構成している。したがって、色の一様性を確保することができるとともに、モアレ縞の発生を防止することができる。

【0045】なお、スクリーン角度を構成するしきい値パターンは、上記しきい値パターンP1～P5に限られるものではない。図14はM画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンの変形例であり、図14(a)はしきい値パターンP6およびP7を、図14(b)はしきい値パターンP6およびP7により構成されるスクリーン角度を示す図である。2つのしきい値パターンP6およびP7を組み合わせることで、つり $15^\circ - 104^\circ$ のスクリーン角度が得られる。図15はC画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンの変形例であり、図15(a)はしきい値パターンP8およびP9を、図15(b)はしきい値パターンP8およびP9により構成されるスクリーン角度を示す図である。2つのしきい値パターンP8およびP9を組み合わせることで、つり $76^\circ - 166^\circ$ のスクリーン角度が得られる。

【0046】また、Y、M、CおよびK画像形成部3～6をそれぞれLEDヘッドからなる書込ヘッド13を有する電子写真方式の画像形成部により構成している。このため、副走査方向に高精細な解像度を有するしきい値パターンに基づき2値化された画像データを高速かつ正確に再現することができる。この点で、書込ヘッド13をレーザヘッドにより構成してもよい。

【0047】このように、具体例1によれば、誤差拡散処理が施された多値画像データをスクリーン角度を構成するしきい値パターンに基づいて2値化する。したがって、実効解像度の劣化を抑えつつ、滑らかな階調を有し、色の一様性が保たれた画像を得ることができる。

【0048】《具体例2》

〈構成〉具体例2のカラープリンタは、図1に示された

具体例1のカラープリンタの誤差拡散処理部32を図16に示される誤差拡散処理部60に置き換えたものである。図16は具体例2のカラープリンタの誤差拡散処理部60の構成を示すブロック図である。また、図17はそのカラープリンタの階調レベルを示す図である。まず、図17を説明する。

【0049】図17に示すように、カラープリンタは、0から16の17階調を有し、0、16、32、……、240、256の17個のしきい値に基づいて入力値Dおよび誤差値Eの加算値Lの階調レベルTを決定する。具体例1と異なる点は、各しきい値の $8 \sim 7$ の範囲内に含まれる加算値Lが同一の階調レベルTとして決定される点である。例えば、 $L=11$ のときには、 $8 \leq L < 23$ なので、階調レベル $T=1$ となり、誤差値 $E=11-16=-5$ となる。同様に、 $L=183$ のときには、 $168 \leq L < 184$ なので、階調レベル $T=11$ となり、誤差値 $E=183-176=7$ となる。誤差値には、正值および負値が存在する。このように、具体例2のカラープリンタでは、しきい値を中央値として階調レベルTを決定しているため、誤差値そのものを小さくすることができる。なお、図における( )内の数値は、10進数で示されたしきい値を16進数で表したものである。以下、具体例1と同様、10進数を16進数で表すときには数値の後ろにHを付加し、2進数で表すときには数値の後ろにBを付加して表すものとする。

【0050】図16に戻り、誤差拡散処理部60は、加算器61、加算器62、セレクト63、セレクト64、結合回路65、誤差メモリ66、ラッチ回路67、加算器68および結合配分回路69を備えている。ここで、8ビットの画素データの各ビットを下位ビットから順に $b_0, b_1, \dots, b_7$ と表すものとする。 $b_0$ はLSB (least significant bit) であり、 $b_7$ はMSB (most significant bit) である。

【0051】加算器61は、色変換部21により出力された画素の8ビットの入力値Dと後述する結合配分回路69から出力された周辺画素の8ビット誤差値Eとを加算し、この加算値Lのうち上位4ビット $b_7 \sim b_4$ および $b_3$ をそれぞれ加算器62に出力するとともに、 $b_3$ をセレクト63に出力し、下位4ビット $b_3 \sim b_0$ を誤差値Eとして結合回路64に出力する。

【0052】加算器62は、加算器61から出力された上位4ビット $b_7 \sim b_4$ と $b_3$ とを加算し、この加算値MHを階調レベルTとする。例えば、 $L=11$  (0BH) のとき、上位4ビット $LH=0$  (0H) であり、 $b_3=1$  (1H) であるので、加算値 $MH=0+1=1$  (0H+1H=1H) となり、階調レベルTは1となる。同様に、 $L=183$  (B7H) のとき、上位ビット $LH=11$  (BH) であり、 $b_3=0$  であるので、加算値 $MH=11+0=11$  (BH+0H=BH) となり、階調レベルTは11となる。また、加算器41は、加算

値Lに桁上げが生じたときには1を表し、桁上げがないときには0を表すキャリー信号C<sub>Y</sub>をセレクト63に出力する。セレクト63は、加算器62から出力されたキャリー信号C<sub>Y</sub>が0のときには、加算器62から出力された加算値MHに対応する階調レベルTをスクリーン発生部33に出力し、キャリー信号C<sub>Y</sub>が1のときには、階調レベル $T=16$ をスクリーン発生部33に出力する。

【0053】セレクト64は、加算器61から出力された $b_3$ が0のとき、0 (0H) を結合回路65に出力し、加算器61から出力された $b_3$ が0のとき、15 (FH) を結合回路65に出力する。なお、 $b_3$ が0の場合には、加算器61の加算値Lの下位4ビットは正の値となり、 $b_3$ が1の場合には、加算器61の加算値Lの下位4ビットは負の値となる。結合回路65は、セレクト64から出力された0または15を上位4ビットとし、加算器61から出力された $b_3 \sim b_0$ を下位4ビットとして両者を結合し8ビットの誤差値eを構成する。この誤差値eは、現在の入力画素の次のラインの入力画素の誤差値として誤差メモリ66に記憶されるとともに、右隣の画素の誤差値としてラッチ回路67にラッチされる。

【0054】加算器68は、加算器61に入力される注目画素D (i, j) に合わせて、ラッチ回路66によりラッチされた左隣の画素の誤差値e (i, j-1) と誤差メモリ45に記憶された1ライン前の同位置の画素の誤差値e (i-1, j) とを加算し、加算された誤差値eを結合配分回路69に出力する。また、加算器68は、加算された誤差値eの最上位ビット $b_7$ を結合配分回路69に出力する。結合配分回路69は、加算器68から出力された8ビットの誤差値eの上位ビット側に誤差値eの最上位ビット $b_7$ を結合して9ビットの誤差値eを構成し、この誤差値を $1/2$ に除いて誤差配分率 $1/2$ を配分する。誤差配分率 $1/2$ が配分された誤差値Eは、加算器61に出力される。

【0055】スクリーン発生部33は、具体例1と同様の構成であり、Y、M、CおよびKの各色のスクリーン角度を構成する。Y、M、CおよびK画像処理部22～25のしきい値パターンメモリ52には、図18～図21に示されるしきい値パターンがそれぞれ記憶されている。しきい値は5ビットのデータからなる。書込ヘッド13は600dpiの解像度を有する。

【0056】図18はY画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP11を説明する図であり、図18(a)はしきい値パターンP11を、図18(b)はしきい値パターンP11により構成されるスクリーン角度を示す図である。図18(a)に示すように、しきい値パターンP11は、誤差拡散処理部60から出力された1画素に対応する6行3列の記録画素(以下、画点という)からなるマトリクス状のパターンにより構成され

る。主走査方向の画点は、書込ヘッド13の解像度600 dpiに対応しており、副走査方向の画点は、より高精細の1200 dpiになっている。したがって、画素の実効解像度は200 dpiとなる。また、16個の画点には、それぞれ図17に示された階調レベルTに対応するしきい値が割り当てられている。これらのしきい値は、書込ヘッド13により感光ドラムの露光の有無を判定するものであり、図18(a)中、中列の中央部が最も小さく、その上下に向かうに従って大きくなり、さらに右列の中央部から上下に向かい、左列の中央部から上下に向かうに従って大きくなっている。

【0057】図18(b)に示すように、Y画像のスクリーン角度 $0^{\circ}-90^{\circ}$ は、しきい値パターンP11を、主走査方向および副走査方向に順次に並べて得られる。主走査方向には、6画点毎に同じパターンが繰り返され、副走査方向には、6画点、すなわち6走査線毎に同じパターンが繰り返される。このため、しきい値パターンメモリ52に、6主走査線分のパターンを記憶するとよい。なお、図18(b)中、白丸○は、誤差拡散処理部32から出力された画素を表す。

【0058】図19はK画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP12およびP13を説明する図であり、図19(a)はしきい値パターンP12およびP13を示す図であり、図19(b)はしきい値パターンP12およびP13により構成されるスクリーン角度を示す図である。図19(a)に示すように、しきい値パターンP12およびP13は、P11と同様に6行3列の画点からなるマトリクス状のパターンにより構成される。しきい値パターンP12の画点のしきい値は、図8(a)中、左列の上端部および右列の下端部が最も小さく、左列では下方向に向かうに従って、右列では上方向に向かうに従って大きくなっている。また、中列では上端部および下端部から中央部に向かうに従って大きくなり、中央部が最も大きい。しきい値パターンP13は、しきい値パターンP12の左列および右列のしきい値を反対に入れ替えるとともに、中列のしきい値の上下を反対に入れ替えたものである。

【0059】図19(b)に示すように、K画像のスクリーン角度 $45^{\circ}-135^{\circ}$ は、しきい値パターンP12およびしきい値パターンP13を主走査方向および副走査方向に交互に並べて得られる。4つのパターンの中心部には、しきい値が低い画点またはしきい値が高い画点が集中する。主走査方向には、6画点毎に同じパターンが繰り返され、副走査方向には、12走査線毎に同じパターンが繰り返される。このため、しきい値パターンメモリ52に、12主走査線分のパターンを記憶するとよい。

【0060】図20はM画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP14を説明する図であり、図20(a)はしきい値パターンP14を、図20(b)はし

きい値パターンP14により構成されるスクリーン角度を示す図である。図20(a)に示すように、しきい値パターンP14は、6行3列の画点からなるマトリクス状のパターンの左列の下方に1画点を加えるとともに、マトリクス状のパターンの右列の上方に1画点を加えたものである。各画点のしきい値は、中列の中央部が最も小さく、その上下に向かうに従って大きくなり、さらに右列の中央部から上下に向かい、左列の中央部から上下に向かうに従って大きくなっている。図20(b)に示すように、Y画像のスクリーン角度 $18.4^{\circ}-108.4^{\circ}$ は、しきい値パターンP14を副走査方向に2画点分シフトさせて主走査方向に順次に並べるとともに、主走査方向に1画点分シフトさせて副走査方向に順次に並べて得られる。6行3列のマトリクス状のパターンをこのように配置すると、パターン間がきまってしまう。そこで、しきい値パターンP14は、左列および右列にそれぞれ1画点を加え、20画点により構成している。主走査方向には、10画点毎に同じパターンが繰り返され、副走査方向には、21走査線毎に同じパターンが繰り返される。このため、しきい値パターンメモリ52に、21主走査線分のパターンを記憶するとよい。

【0061】図21はC画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP15を説明する図であり、図21(a)はしきい値パターンP15を、図21(b)はしきい値パターンP15により構成されるスクリーン角度を示す図である。図21(a)に示すように、しきい値パターンP15は、6行3列の画点からなるマトリクス状のパターンの左列の上方に2画点を加えるとともに、マトリクスパターンの右列の下方に2画点を加えたものである。図21(b)に示すように、C画像のスクリーン角度 $71.6^{\circ}-161.6^{\circ}$ は、しきい値パターンP15を副走査方向に2画点分シフトさせて主走査方向に順次に並べるとともに、主走査方向に2画点分シフトさせて副走査方向に順次に並べて得られる。主走査方向には、10画点毎に同じパターンが繰り返され、副走査方向には、21走査線毎に同じパターンが繰り返される。このため、しきい値パターンメモリ52に、21主走査線分のパターンを記憶するとよい。

【0062】誤差拡散処理部60から出力された画像データ(階調レベルT)は、色毎にしきい値パターンP1～P15の各画点のしきい値と比較され、階調レベルTがしきい値以上のとき、露光対象となる。したがって、階調レベルTの値が大きいほど露光領域が副走査方向に広がり、大きなドット形状のトナー画像が得られる。この露光領域、すなわちドット形状の広がる各点を結ぶとスクリーン角度が得られる。

【0063】〈動作〉図16に示された誤差拡散処理部60の動作を具体的な数値を用い、①左隣および1ライン前の画素の双方の周辺画素の誤差値が正の値となった

場合、㊸双方の周辺画素の誤差値が負の値となった場合、㊹一方の周辺画素の誤差値が正の値となり、もう一方の周辺画素の誤差値が負の値となり、両者の加算結果が正の値となった場合、㊺一方の周辺画素の誤差値が正の値となり、もう一方の周辺画素の誤差値が負の値となり、両者の加算結果が正の値となった場合に分けて説明する。

【0064】㊻左隣および1ライン前の画素の双方の周辺画素の誤差値が正の値となった場合、前回の加算器61の加算値 $L(i, j-1) = 101(65H)$ であり、今回の加算器61の入力値が $D(i, j) = 66(42H)$ であり、1ライン前の周辺画素の誤差値 $E(i-1, j) = +3$ 、左隣の周辺画素の誤差値 $E(i, j-1) = +5$ であるとする。この場合、加算値61の今回の加算値 $L$ は、 $L = 66 + (1/2) \times (5+3) = 59(3BH)$ となる。

【0065】前回の加算値 $L = 101(65H)$ であり、加算器61からは、その上位4ビット $LH = 6$ 、下位4ビット $LL = 5(0101B)$ 、 $b3 = 0$ が出力される。加算器63では、上位4ビット $LH = 6$ と $b3 = 0$ が加算され、加算値 $MH = 6$ が得られ、セレクト63により階調レベル $T = 6$ が出力される。一方、セレクト64では、 $b3 = 0$ が入力され、すなわち下位4ビット $LL$ が正の値となるので、 $0(0H)$ が選択されて結合回路65に出力される。結合回路65では、セレクト64から出力された $0(0H)$ が上位4ビットとして、加算器61から出力された下位4ビット $LL = 5(5H)$ が下位4ビットとして結合され、8ビットの誤差値 $e = 5(05H)$ が構成される。この誤差値 $e$ は、次のラインの入力画素の誤差値として誤差メモリ66に記憶されるとともに、右隣の画素の誤差値としてラッチ回路67にラッチされる。

【0066】そして、加算器61に入力される入力値 $D(i, j) = 66(42H)$ に合わせて、誤差メモリ66から前ラインの画素の誤差値 $e(i-1, j) = 3(03H)$ が読み出されるとともに、ラッチ回路67から左隣の画素の誤差値 $e(i, j-1) = 5(05H)$ がラッチされる。加算器68では、これらの誤差値が加算され、加算された誤差値 $e = 3+5 = 8(08H = 0001000B)$ が結合配分回路69に出力され、同時に $b7 = 0$ が結合配分回路69に出力される。

【0067】結合配分回路69では、加算器68から出力された8ビットの誤差値 $e$ の上位ビット側に $b7 = 0$ が結合され、9ビットの誤差値 $e = 8(008H = 00001000B)$ が構成される。この誤差値 $e$ は、 $1/2$ に除かれ、誤差配分率 $1/2$ が配分され、誤差値 $E = 4(04H = 00000100B)$ が加算器61に出力される。加算器61では、今回の入力値 $D = 66(42H)$ と誤差値 $E = 4(04H)$ とが加算され、加

算値 $L = 70(46H)$ が得られる。

【0068】㊼双方の周辺画素の誤差値が負の値となった場合、前回の加算器61の加算値 $L(i, j-1) = 170(AAH)$ であり、今回の加算器61の入力値が $D(i, j) = 66(42H)$ であり、1ライン前の周辺画素の誤差値 $E(i-1, j) = -8$ 、左隣の周辺画素の誤差値 $E(i, j-1) = -6$ であるとする。この場合、加算値61の今回の加算値 $L$ は、 $L = 66 + (1/2) \times (-8-6) = 59(3BH)$ となる。

【0069】前回の加算値 $L = 170(AAH)$ であり、加算器61からは、その上位4ビット $LH = 10(AH)$ 、下位4ビット $LL = 10(AH = 1010B)$ 、 $b3 = 1$ が出力される。加算器63では、上位4ビット $LH = 10$ と $b3 = 1$ とが加算され、加算値 $MH = 11$ が得られ、セレクト63により階調レベル $T = 11$ が出力される。一方、セレクト64では、 $b3 = 1$ が入力され、すなわち下位4ビット $LL$ が負の値となるので、 $15(FH)$ が選択されて結合回路65に出力される。結合回路65では、セレクト64から出力された $15(FH)$ が上位4ビットとして、加算器61から出力された下位4ビット $LL = 10(AH)$ が下位4ビットとして結合され、8ビットの誤差値 $e = -10(FAH)$ が構成される。この誤差値 $e$ は、次のラインの入力画素の誤差値として誤差メモリ66に記憶されるとともに、右隣の画素の誤差値としてラッチ回路67にラッチされる。

【0070】そして、加算器61に入力される入力値 $D(i, j) = 66$ に合わせて、誤差メモリ66から前ラインの画素の誤差値 $e(i-1, j) = -8(F8H)$ が読み出されるとともに、ラッチ回路67から左隣の画素の誤差値 $e(i, j-1) = -10(FAH)$ がラッチされる。加算器68では、これらの誤差値が加算されるが、加算された数値 $e = -8-10 = -18(F8H + FAH = 1F2H)$ のうち桁上げしたビットは無視されて誤差値 $e = -2(F2H = 11110010B)$ が結合配分回路69に出力され、同時に $b7 = 1$ が結合配分回路69に出力される。

【0071】結合配分回路69では、加算器68から出力された8ビットの誤差値 $e$ の上位ビット側に $b7 = 1$ が結合され、9ビットの誤差値 $e = 1F2H(11110010B)$ が構成される。この誤差値 $e$ は、 $1/2$ に除かれ、誤差配分率 $1/2$ が配分され、誤差値 $F9H(11110010B)$ が加算器61に出力される。加算器61では、今回の入力値 $D = 66(42H)$ と誤差値 $E = F9H$ とが加算されるが、加算された数値 $42H + F9H = 13BH$ のうち桁上げしたビットは無視されて $L = 59(13BH)$ が加算値 $L$ として出力される。すなわち、 $D + E = 66-7$ が演算されたこととなる。

【0072】㊸一方の周辺画素の誤差値が正の値となり、もう一方の周辺画素の誤差値が負の値となり、両者の加算結果が正の値となった場合。前回の加算器61の加算値 $L(i, j-1) = 252$  (FCH)であり、今回の加算器61の入力値が $D(i, j) = 66$  (42H)であり、1ライン前の周辺画素の誤差値 $E(i-1, j) = +7$ 、左隣の周辺画素の誤差値 $E(i, j-1) = -4$ であるとする。この場合、加算器61の今回の加算値 $L$ は、 $L = 66 + (1/2) \times (-4 + 7) = 67$  (43H)となる。小数点以下は無視している。

【0073】前回の加算値 $L = 252$  (FCH)であり、加算器61からは、その上位4ビット $LH = 15$  (FH)、下位4ビット $LL = 12$  (CH = 1100B)、 $b3 = 1$ が出力される。加算器63では、上位4ビット $LH = 15$ と $b3 = 1$ が加算され、加算値 $MH = 16$ が得られ、セレクト63により階調レベル $T = 16$ が出力される。一方、セレクト64では、 $b3 = 1$ が入力され、すなわち下位4ビット $LL$ が負の値となるので、 $15$  (FH)が選択されて結合回路65に出力される。結合回路65では、セレクト64から出力された $15$  (FH)が上位4ビットとして、加算器61から出力された下位4ビット $LL = 12$  (CH)が下位4ビットとして結合され、8ビットの誤差値 $e = -12$  (FCH)が構成される。この誤差値 $e$ は、次のラインの入力画素の誤差値として誤差メモリ66に記憶されるとともに、右隣の画素の誤差値としてラッチ回路67にラッチされる。

【0074】そして、加算器61に入力される入力値 $D(i, j) = 66$ に合わせて、誤差メモリ66から前ラインの画素の誤差値 $e(i-1, j) = 7$  (07H)が読み出されるとともに、ラッチ回路67から左隣の画素の誤差値 $e(i, j-1) = -12$  (FCH)がラッチされる。加算器68では、これらの誤差値が加算されるが、加算された数値 $e = 7 - 12 = -5$  (07H + FCH = 103H)のうち桁上げしたビットは無視されて誤差値 $e = 3$  (03H = 0000011B)が結合配分回路69に出力され、同時に $b7 = 0$ が結合配分回路69に出力される。

【0075】結合配分回路69では、加算器68から出力された8ビットの誤差値 $e$ の上位ビット側に $b7 = 0$ が結合され、9ビットの誤差値 $e = 003H$  (000000011B)が構成される。この誤差値 $e$ は、 $1/2$ に除され、誤差配分率 $1/2$ が配分され、誤差値 $= 01H$  (00000001B)が加算器61に出力される。加算器61では、今回の入力値 $D = 66$  (42H)と誤差値 $E = 01H$ とが加算され、加算値 $L = 42H + 01H = 43H$ が出力される。すなわち、 $D + E = 66 + 1$ が演算されたことになる。

【0076】㊸一方の周辺画素の誤差値が正の値とな

り、もう一方の周辺画素の誤差値が負の値となり、両者の加算結果が負の値となった場合。前回の加算器61の加算値 $L(i, j-1) = 3$  (3H)であり、今回の加算器61の入力値が $D(i, j) = 66$  (42H)であり、1ライン前の周辺画素の誤差値 $E(i-1, j) = -8$ 、左隣の周辺画素の誤差値 $E(i, j-1) = +3$ であるとする。この場合、加算器61の今回の加算値 $L$ は、

$L = 66 + (1/2) \times (3 - 8) = 63$  (3FH)となる。小数点以下は無視している。

【0077】前回の加算値 $L = 3$  (03H)であり、加算器61からは、その上位4ビット $LH = 0$  (0H)、下位4ビット $LL = 3$  (3H = 0011B)、 $b3 = 0$ が出力される。加算器63では、上位4ビット $LH = 0$ と $b3 = 0$ が加算され、加算値 $MH = 0$ が得られ、セレクト63により階調レベル $T = 0$ が出力される。一方、セレクト64では、 $b3 = 0$ が入力され、すなわち下位4ビット $LL$ が正の値となるので、 $0$  (0H)が選択されて結合回路65に出力される。結合回路65では、セレクト64から出力された $0$  (0H)が上位4ビットとして、加算器61から出力された下位4ビット $LL = 3$  (3H)が下位4ビットとして結合され、8ビットの誤差値 $e = 3$  (03H)が構成される。この誤差値 $e$ は、次のラインの入力画素の誤差値として誤差メモリ66に記憶されるとともに、右隣の画素の誤差値としてラッチ回路67にラッチされる。

【0078】そして、加算器61に入力される入力値 $D(i, j) = 66$ に合わせて、誤差メモリ66から前ラインの画素の誤差値 $e(i-1, j) = -8$  (F8H)が読み出されるとともに、ラッチ回路67から左隣の画素の誤差値 $e(i, j-1) = 3$  (03H)がラッチされる。加算器68では、これらの誤差値が加算されるが、加算された数値 $e = -8 + 3 = -5$  (F8H + 03H = FBH = 11111011B)が結合配分回路69に出力され、同時に $b7 = 1$ が結合配分回路69に出力される。

【0079】結合配分回路69では、加算器68から出力された8ビットの誤差値 $e$ の上位ビット側に $b7 = 1$ が結合され、9ビットの誤差値 $e = 1FB$  (11111011B)が構成される。この誤差値 $e$ は、 $1/2$ に除され、誤差配分率 $1/2$ が配分され、誤差値 $= FDH$  (11111101B)が加算器61に出力される。加算器61では、今回の入力値 $D = 66$  (42H)と誤差値 $E = FDH$ とが加算されるが、加算された数値 $42H + FDH = 13FH$ のうち桁上げしたビットが無視されて $L = 63$  (3FH)が加算値 $L$ として出力される。すなわち、 $D + E = 66 - 3$ が演算されたことになる。

【0080】効果以上のように、具体例2によれば、誤差拡散処理部60を、各階調レベル $T$ をそれぞれの階調に含まれる加算値 $L$ の中央値に対応させるように

構成している。したがって、誤差値そのものを小さくすることができ、より原画像に近い画像を再現することができる。

【0081】なお、スクリーン角度を構成するしきい値パターンは、上記しきい値パターンP11～P15に限られるものではない。図22はM画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンの変形例であり、図22(a)はしきい値パターンP14、P16およびP17を、図22(b)はしきい値パターンP14、P16およびP17により構成されるスクリーン角度を示す図である。3つのしきい値パターンP14、P16およびP17を組み合わせることにより14°～104°のスクリーン角度が得られる。図23はC画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンの変形例であり、図23(a)はしきい値パターンP15、P18およびP19を、図23(b)はしきい値パターンP15、P18およびP19により構成されるスクリーン角度を示す図である。3つのしきい値パターンP15、P18およびP19を組み合わせることにより76°～166°のスクリーン角度が得られる。

【0082】なお、上記具体例1および2では、8ビットの加算値のうち上位4ビットにより階調レベルを得るように構成しているが、上位3ビットにより階調レベルを得るように構成してもよい。この場合においても、十分に高画質な画像が得られることが実験により確認されている。また、上記具体例1および2では、誤差拡散処理が施された1画素に対し、それぞれ2行8列および3行6列の画点からなるマトリクス状のしきい値パターンを用いてにより階調を表現しているが、しきい値パターンのサイズはこれに限るものではない。例えば4行8列の画点からなるしきい値パターンにより

$$15^\circ = \tan^{-1}(1/4),$$

$$75^\circ = \tan^{-1}(4/1)$$

のスクリーン角度を構成することができる。この場合、32画点のしきい値パターンにより16または17階調の安定した画像を得ることができる。また、本発明に係る画像記録装置は、電子写真方式のカラープリンタに好適であるが、これに限るものではなく、例えば溶融型や昇華型の熱転写方式のプリンタにも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る具体例1のカラープリンタ100の誤差拡散処理部32およびスクリーン発生部33の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明に係る具体例1の画像記録装置を適用したカラープリンタ100の要部を示す断面図である。

【図3】図2に示されたカラープリンタ100の画像処理部20の構成を示すブロック図である。

【図4】図1に示された誤差拡散処理部32の誤差拡散処理の説明図である。

【図5】カラープリンタ100の階調レベルを示す図で

ある。

【図6】Y画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP1を説明する図であり、図6(a)はしきい値パターンP1を、図6(b)はしきい値パターンP1により構成されるスクリーン角度を示す図である。

【図7】しきい値パターンを用いた階調記録方法を説明する図である。

【図8】K画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP2およびP3を説明する図であり、図8(a)はしきい値パターンP2およびP3を、図8(b)はしきい値パターンP2およびP3により構成されるスクリーン角度を示す図である。

【図9】M画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP4を説明する図であり、図9(a)はしきい値パターンP4を、図9(b)はしきい値パターンP4により構成されるスクリーン角度を示す図である。

【図10】C画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP5を説明する図であり、図10(a)はしきい値パターンP5を、図10(b)はしきい値パターンP5により構成されるスクリーン角度を示す図である。

【図11】誤差拡散処理部32の動作を示すフローチャート(その1)である。

【図12】誤差拡散処理部32の動作を示すフローチャート(その2)である。

【図13】スクリーン発生部33の動作を示すフローチャートである。

【図14】M画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンの変形例であり、図14(a)はしきい値パターンP6およびP7を、図14(b)はしきい値パターンP6およびP7により構成されるスクリーン角度を示す図である。

【図15】C画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンの変形例であり、図15(a)はしきい値パターンP6およびP7を、図15(b)はしきい値パターンP6およびP7により構成されるスクリーン角度を示す図である。

【図16】本発明に係る具体例2の画像記録装置を適用したカラープリンタの誤差拡散処理部60の構成を示すブロック図である。

【図17】そのカラープリンタの有する階調レベルを示す図である。

【図18】Y画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP11を説明する図であり、図18(a)はしきい値パターンP11を、図18(b)はしきい値パターンP11により構成されるスクリーン角度を示す図である。

【図19】K画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP12およびP13を説明する図であり、図19(a)はしきい値パターンP12およびP13を示す図であり、図19(b)はしきい値パターンP12およびP

13により構成されるスクリーン角度を示す図である。

【図20】M画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP14を説明する図であり、図20(a)はしきい値パターンP14を、図20(b)はしきい値パターンP14により構成されるスクリーン角度を示す図である。

【図21】C画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンP15を説明する図であり、図21(a)はしきい値パターンP15を、図21(b)はしきい値パターンP15により構成されるスクリーン角度を示す図である。

【図22】M画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンの変形例であり、図22(a)はしきい値パターンP14、P16およびP17を、図22(b)はしきい値パターンP14、P16およびP17により構成されるスクリーン角度を示す図である。

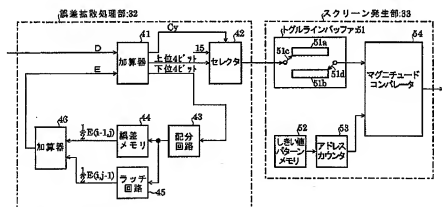
【図23】C画像のスクリーン角度を構成するしきい値パターンの変形例であり、図23(a)はしきい値パ

ターンP15、P18およびP19を、図23(b)はしきい値パターンP15、P18およびP19により構成されるスクリーン角度を示す図である。

【符号の説明】

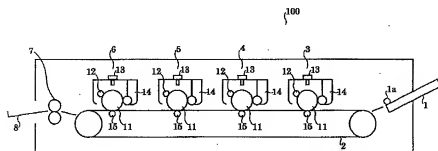
- 32 誤差拡散処理部
- 33 スクリーン発生部
- 41 加算器
- 42 セレクタ
- 43 配分回路
- 44 誤差メモリ
- 45 ラッチ回路
- 46 加算器
- 51 トグルラインバッファ
- 51a、51b ラインバッファ
- 51c、51d 切替スイッチ
- 52 しきい値パターンメモリ
- 53 アドレスカウンタ
- 54 マグニチュードコンパレータ

【図1】



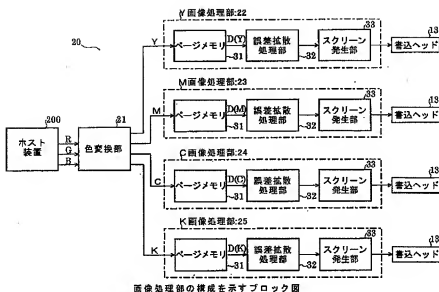
誤差拡散処理部およびスクリーン発生部の構成を示すブロック図

【図2】



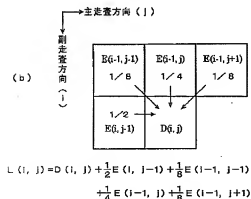
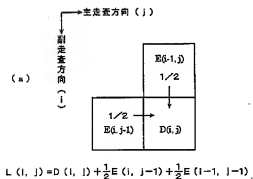
具体例1のカラープリンタの要部断面図

【図3】



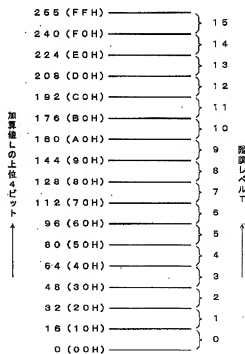
画像処理部の構成を示すブロック図

【図4】



誤差拡散処理の説明図

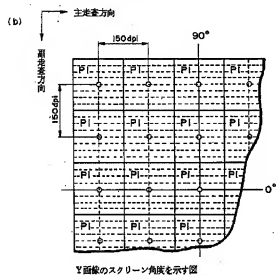
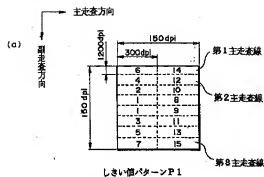
【図5】



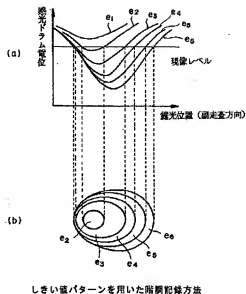
具体例1のカラープリンタの階調レベルを示す図



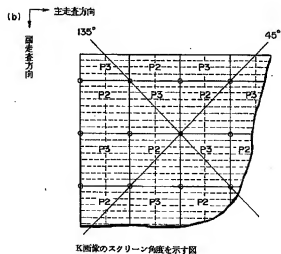
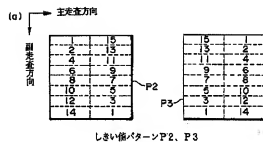
【図6】



【図7】

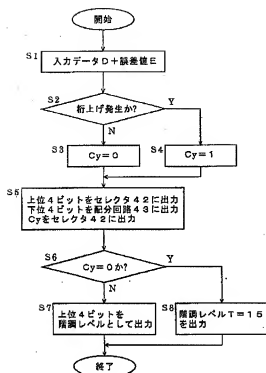


【図8】



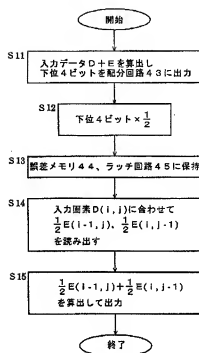


【図11】



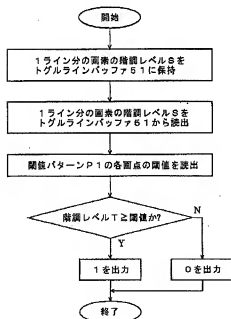
誤差拡散処理部の動作を示すフローチャート（その1）

【図12】



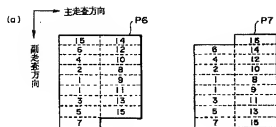
誤差拡散処理部の動作を示すフローチャート（その2）

【図13】



スクリーン発生部の動作を示すフローチャート

【図14】

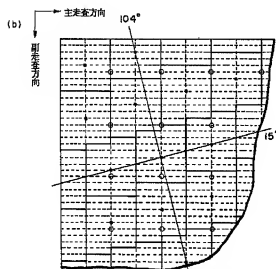


しきい値パターンP6、P7

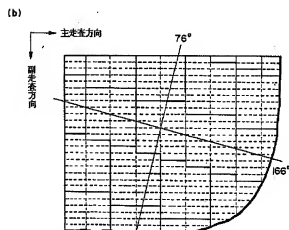
【図15】



しきい値パターンP8、P9

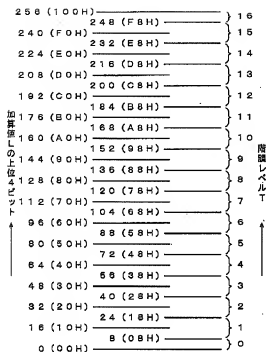


M画像のスクリーン角度の変形例



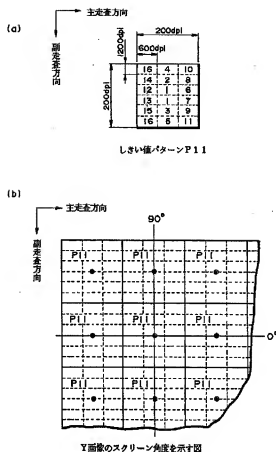
C画像のスクリーン角度の変形例

【図17】

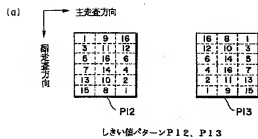


具体例2のカラープリンタの階層レベルを示す図

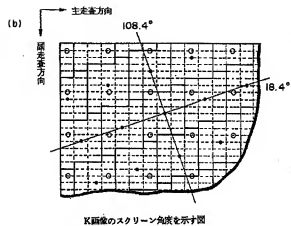
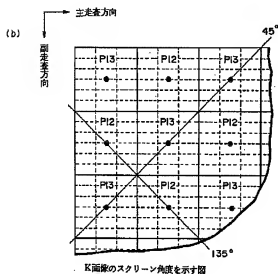
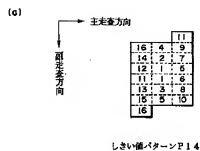
【図18】



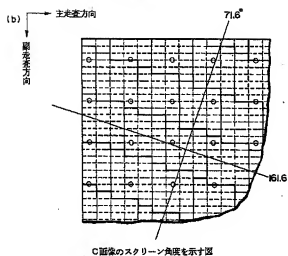
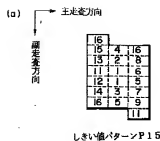
【図19】



【図20】



【図21】



【図23】

